

Le régime du lac Léman et de ses affluents au cours de la période décennale de 1890-1899

Autor(en): **Muyden, A. van**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **27 (1901)**

Heft 9

PDF erstellt am: **22.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-22128>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Bulletin Technique de la Suisse Romande

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET ARCHITECTES. — PARAISSANT DEUX FOIS PAR MOIS

Rédacteur en chef et Editeur responsable : E. IMER-SCHNEIDER, Ingénieur-Conseil, GENÈVE, Boulevard James-Pazy, 8

SOMMAIRE : Ecole du Parc des Crottes à Genève. — Le régime du Lac Léman et de ses affluents, par M. A. van Muyden, ingénieur à Lausanne (planche N° 9). — L'intégraphe Abdank Abakanowicz, par M. Henry Lossier, ingénieur à Genève (suite). — *Bibliographie :* La tour de 300 mètres (G. Eiffel), par M. Alph. Vautier, ingénieur à Lausanne. — Tunnel du Simplon, état des travaux au mois de mars 1901. — *Supplément :* Concours. — Soumissions. — Autorisations de construire.

Ecole du Parc des Crottes, à Genève

Quoique le projet de M. Marc Camoletti, architecte, que nous avons publié dans notre numéro 3, du 5 février 1901 (p. 22), eût été adopté tel quel par le Conseil Administratif de la Ville de Genève, son auteur a tenu à y apporter certaines modifications qui ont été approuvées par le susdit Conseil. Nous publions ci-contre une perspective du projet définitif, dont les plans restent tels que nous les avons reproduits à la page 22, sauf quelques légères modifications de distribution intérieure.

Le Régime du lac Léman et de ses affluents

au cours de la période décennale de 1890-1899

NOTE

Par A. VAN MUYDEN, ingénieur

Communication faite à la Société vaudoise des Ingénieurs et Architectes, dans sa séance du 12 janvier 1901

Le problème de « mettre les eaux du Léman dans les mains de l'homme », suivant la formule expressive de M. Vallée — qui, déjà en 1841, puis en 1857, avait proposé d'utiliser le Léman comme réservoir alimentaire du Rhône ⁽¹⁾ — a été résolu par des moyens émanant d'une combinaison d'ensemble, appliquant avec unité et harmonie une règle générale fondée sur des études complètes.

Inspecteur divisionnaire des Ponts et Chaussées chargé du service du bassin du Rhône, M. Vallée envisageait la perspective de grands travaux d'aménagements fluviaux destinés à améliorer les conditions de navigabilité entre Genève et Lyon et,

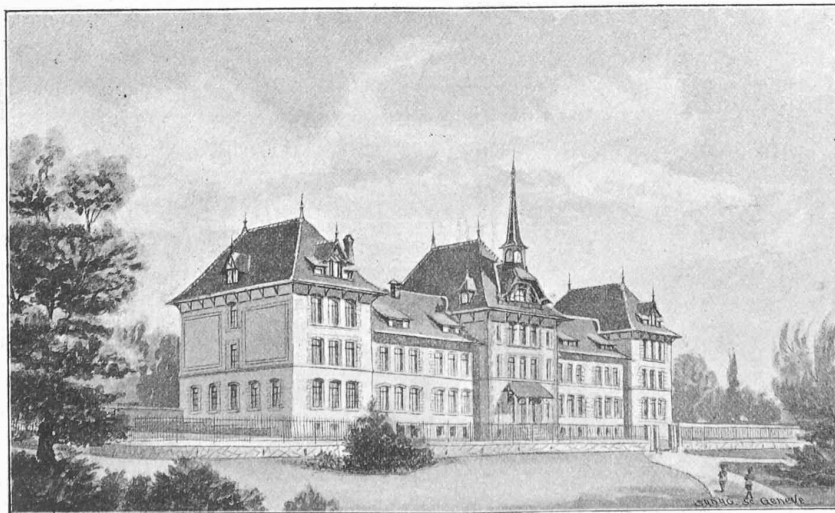
⁽¹⁾ L'auteur a consigné ses vues dans les deux publications ci-après : 1° *Du Rhône et du lac de Genève*. Paris 1843. Librairie scientifique : L. Mathias. 2° *Des eaux, des travaux publics et du barrage de Genève*. Paris, 1859, Dalmont et Dunod, éditeurs.

d'autre part, à porter remède aux inondations; l'ouvrage de Genève devait, selon lui, s'enclaver dans le système comme un élément. L'empereur Napoléon III avait encouragé un moment cette conception à la suite du sinistre de Lyon en 1856; mais, trop hardie pour l'époque, elle ne donna lieu officiellement à aucun échange de vues entre la France, la Suisse et la Savoie, et le projet fut abandonné. Quoi qu'il en soit, les études très documentées de l'auteur, relatives à la correction de l'émissaire du lac à Genève, avaient du moins jeté une vive lumière sur les bienfaits à attendre d'un régime artificiel d'écoulement, appliquant avec méthode le principe des retenues. Elles ont vulgarisé une idée juste et féconde et fourni les bases d'une discussion scientifique.

Ramené à des proportions plus modestes, avec quelques modifications d'exécution dictées par une appréciation plus exacte des intérêts riverains du réservoir et des exigences des installations hydrauliques à créer à Genève, le projet a rallié à lui, en définitive, dans ses traits généraux, tous les hommes compétents en inspirant la transaction qui a mis fin si heureusement au « procès du Léman ».

M. Vallée proposait d'adopter une hauteur de retenue de 1,80 m, capable d'accumuler un volume de plus d'un milliard de mètres cubes entre les cotes limites de 0,45 m et 2,25 m en dessous du point de repère fondamental de la Pierre du Niton. La Convention intercantonale du 17 décembre 1884, relative à la correction du Rhône et à la régularisation de l'écoulement des eaux du lac Léman, a admis une hauteur de retenue de 0,60 m seulement et prescrit que les manœuvres du barrage mobile et des vannes de décharge chercheraient à maintenir le niveau du lac entre les cotes de 1,30 m et 1,90 m en dessous de ce même point de repère.

Les travaux de correction ont été exécutés de 1883 à 1888 (1). Les années 1888 et 1889 ont servi de



Projet définitif de l'Ecole du Parc des Crottes, à Genève
par M. Marc Camoletti, architecte

⁽¹⁾ Pour la description des ouvrages exécutés, l'historique de l'état antérieur et l'analyse des diverses études qui ont précédé l'exécution, voir le *Bulletin de la Société Vaudoise des Ingénieurs et Architectes*, année 1887, article intitulé : *Régularisation du niveau du Léman et utilisation des forces motrices de Genève*, par Julien Chappuis, ingénieur, qui résume la question en quelques pages très informées; puis la superbe monographie, accompagnée d'un atlas de quarante planches, intitulée : *Utilisation des forces motrices du Rhône et régularisation du lac Léman. Travaux exécutés par la Ville de Genève sous la direction de M. Turrettini, ingénieur*. — Genève 1890, librairie H. Georg.

DÉBITS MENSUELS MOYENS DE L'ÉMISSAIRE DU LAC

exprimés en mètres cubes par seconde

(Chiffres extraits des comptes rendus annuels publiés par l'Administration des Services industriels de la Ville de Genève.)

ANNEES	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	MOYENNES
1890	113,8	144,7	129	162,7	236,1	386,3	517,5	516,5	393,1	198,1	154,9	128,6	256,8
1891	96,1	87,4	92,1	116,8	309,2	422,8	510,8	358,5	344,3	202,7	208,2	163,1	242,7
1892	217,6	180,3	185,6	204,7	161,6	481,9	479,5	448,5	288	228,2	151,5	83,6	259,3
1893	72,3	91,4	246,1	218,5	164,4	250,8	443,2	401,6	263,3	229,5	106,5	94,2	215,2
(¹) 1894	86,7	84,8	80	103	138	279	456	376	240	103	160	83	(¹) 182,5
1895	73	83	108	267	264	317	423	441	261	171	191	138	228,1
1896	142	103	225	181	146	376	533	520	355	384	234	143	278,5
(²) 1897	123	248	221	377	280	505,5	652,5	586,7	553	147,5	114,5	132	(²) 328,4
1898	121,6	91,8	97,6	195,3	300,6	401	473,2	467,9	328,3	163	156	150	245,5
1899	202,9	176,8	128,5	162,8	300	339,7	446,6	467,4	278,3	172,3	118,5	116,4	242,5
Moyen. décennales de 1890 à 1899 :	124,9	129,1	151,3	198,9	230	376	493,6	458,4	330,4	199,9	159,5	123,2	248

(1) et (2) : Année, anormales (chiffres mis en évidence par des caractères spéciaux).

transition entre les deux régimes (semi-naturel et artificiel) et d'expérience pour l'étude du premier règlement d'exécution. Ce règlement porte la date du 7 octobre 1892; il est encore actuellement en vigueur.

* * *

Les comptes rendus annuels de l'Administration des Services industriels de la Ville de Genève indiquent, depuis l'année 1890, les débits mensuels moyens de l'émissaire. En groupant ces chiffres, on obtient les éléments d'une courbe saisonnière décennale des débits (voir tableau I).

L'observation des variations du niveau de la nappe du lac (voir tableau II) permet, d'autre part, de déterminer le volume d'eau retenu mensuellement par le barrage pendant la période annuelle d'accumulation et le volume que le réservoir rend mensuellement à l'émissaire pendant la période de décharge. La superficie du lac étant de 578 kilomètres carrés, on en conclut qu'une hauteur d'ascension ou d'abaissement de un centimètre

correspond à une accumulation ou à un prélèvement de 5.780.000 mètres cubes; cette tranche d'eau représente un débit de 66,88 mètres cubes par seconde pendant vingt-quatre heures.

On déduit de ces deux données le volume d'eau que le lac a reçu de ses affluents pendant un mois, sauf à ne pas tenir compte de l'évaporation directe qui s'exerce à la surface du lac, ni des erreurs accidentelles, qui se trouveront éliminées si le calcul porte sur des moyennes embrassant une longue série d'observations.

Si, enfin, on possède des statistiques de jaugeages suffisamment complètes des apports mensuels du Rhône au lac pendant la même période décennale, on sera en mesure de déterminer, par différence, la courbe saisonnière des apports des affluents intermédiaires envisagés dans leur ensemble.

La division des deux catégories d'apports, Rhône d'une part et affluents intermédiaires de l'autre, a son intérêt. Les divers affluents constituent en effet deux groupes bien distincts: Le Rhône et ses affluents directs sont des torrents glaciaires et la proportion considérable de glaciers et de neiges éternelles alimen-

FLUCTUATIONS DE NIVEAU MENSUELLES DE LA NAPPE DU LAC

rapportées au zéro limnimétrique du Léman (Z. L.) Echelle de Sécheron.

(Indications communiquées par M. le Directeur général des Services industriels de la Ville de Genève.)

Nota. — Le point Z. L. est de 3 m. en contre-bas du repère scellé sur la pierre du Niton. (P. N.)

ANNÉES	COTES DES HAUTEURS AU-DESSUS DE Z. L.												
	1 ^{er} Janvier	1 ^{er} Février	1 ^{er} Mars	1 ^{er} Avril	1 ^{er} Mai	1 ^{er} Juin	1 ^{er} Juillet	1 ^{er} Août	1 ^{er} Sept.	1 ^{er} Oct.	1 ^{er} Nov.	1 ^{er} Dec.	1 ^{er} Janvier
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
1890	1.481	1.626	1.485	1.293	1.371	1.631	1.834	1.677	2.103	1.659	1.622	1.670	—
1891	1.500	1.247	1.078	1.088	1.202	1.441	1.578	1.621	1.695	1.643	1.720	1.705	1.500
1892	1.731	1.348	1.185	0.917	0.987	1.576	1.677	1.634	1.580	1.701	1.724	1.625	1.731
1893	1.534	1.329	1.492	1.162	1.164	1.303	1.559	1.515	1.598	1.645	1.533	1.498	1.534
1894	1.370	1.218	1.075	1.055	1.157	1.453	1.630	1.688	1.757	1.684	1.778	1.639	1.370
1895	1.425	1.331	1.154	1.486	1.443	1.417	1.660	1.861	1.670	1.683	1.552	1.700	1.425
1896	1.717	1.450	1.222	1.103	1.005	1.330	1.950	2.047	1.699	1.884	1.821	1.615	1.717
1897	1.623	1.381	1.355	1.503	1.281	1.526	2.085	2.032	1.963	1.679	1.617	1.429	1.623
1898	1.256	1.071	1.000	1.062	1.150	1.204	1.687	1.680	1.636	1.601	1.668	1.597	1.256
1899	1.362	1.484	1.240	1.059	1.238	1.244	1.428	1.603	1.649	1.592	1.658	1.428	1.362
1900	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.118
Moyennes décennales	1.500	1.349	1.229	1.173	1.200	1.413	1.709	1.736	1.735	1.677	1.669	1.591	1.464




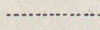
**RÉGIME DU LAC LÉMAN
ET DE SES AFFLUENTS**

au cours de la période décennale de 1890 à 1899.

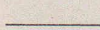
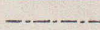
Courbes saisonnières des débits
(débits exprimés en mètres cubes par seconde).

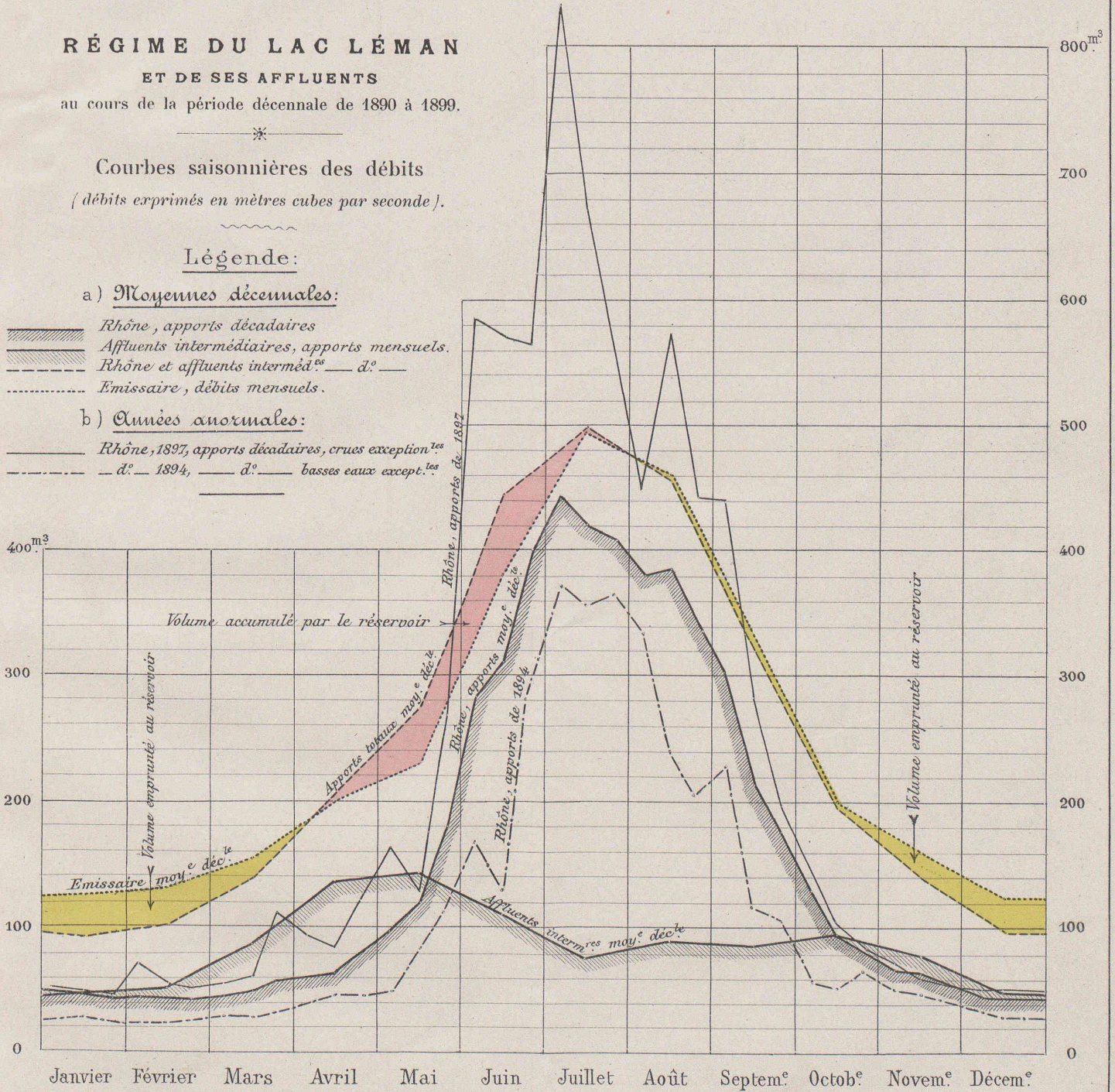
Légende:

a) Moyennes décennales:

-  Rhône, apports décennales
-  Affluents intermédiaires, apports mensuels.
-  Rhône et affluents intermédiaires, moy. déc." data-bbox="135 378 385 391"/>
-  Emissaire, débits mensuels.

b) Années anormales:

-  Rhône, 1897, apports décennales, crues exceptionnelles
-  1894, 1895 basses eaux exceptionnelles



A. van Muyden.

Seite / page

leer / vide /
blank

tant le bassin (près d'un cinquième de sa superficie) crée un régime particulier, caractérisé par un cours régulier de très basses eaux de décembre à mars et par des hautes eaux considérables en été, avec à coups brusques causés par des débâcles. Les affluents du 2^m groupe, par contre, ne sont pas alimentés par des glaciers et leur régime est très différent des premiers.

Les apports au lac du Rhône ont été évalués en consultant une statistique de jaugeages établie par les experts de la ville de Lausanne chargés de déterminer le régime de la force motrice dérivée du Rhône à Evionnaz (1) (usine génératrice de transport d'énergie électrique St-Maurice-Lausanne). La station d'observations est celle d'outre-Rhône (pont de Collonges) située à six kilomètres en amont de St-Maurice et à vingt-six kilomètres du lac. (L'échelle de la station limnimétrique a été repérée en mars 1890 par les ingénieurs de la section hydrométrique de l'Inspectorat fédéral des Travaux publics, et dès lors les cotes de hauteur d'eau ont été relevées quotidiennement sous son contrôle. Les débits ont été calculés par la formule de M. Epper). Le bassin alimentaire mesure 4692 kilomètres carrés à Outre-Rhône et 5220 kilomètres carrés au débouché dans le lac. Entre ces deux points, la proportion des superficies de glaciers et le régime des affluents sont sensiblement les mêmes qu'en amont et j'ai admis qu'en majorant les débits observés proportionnellement à l'augmentation de superficie du bassin (soit de 11,1%), on pourrait évaluer avec une approximation suffisante les fluctuations moyennes des apports du Rhône au lac.

Le tableau numérique III et le diagramme de la planche annexée hors texte résumant les calculs. J'ai tracé, en outre, sur la figure, la courbe des débits de 1897, année anormale marquée par des crues d'intensité et de durée exceptionnelles et celles de l'année de basses eaux exceptionnelles de 1894.

TABLEAU RÉCAPITULATIF

Fluctuations mensuelles de l'année moyenne décennale.

Volumes exprimés en mètres cubes par seconde.

MOIS	Hauteurs limnimétriques au-dessus de Z. L.	Crue ou baisse du lac (écarts en cm)	Volume accumulé ou prélevé	Volume des apports			DÉBIT de l'émissaire
				du Rhône	des affluents intermédiaires	Totaux	
	m	cm	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
Janvier .	1,500	- 15,1	- 32,6	45,2	47,1	92,3	124,9
Février .	1,349	- 12,0	- 28,7	44,1	56,3	100,4	129,1
Mars . . .	1,229	- 5,6	- 12,1	51,4	87,8	139,2	151,3
Avril . . .	1,173	+ 2,7	+ 6,0	67,8	137,1	204,9	198,9
Mai	1,200	+ 21,3	+ 46,0	131,8	144,2	276,0	230,0
Juin	1,413	+ 29,6	+ 66,0	330,3	111,7	442,0	376,0
Juillet . .	1,709	+ 2,7	+ 5,8	425,3	74,1	499,4	493,6
Août . . .	1,736	- 0,1	- 0,2	367,3	90,9	458,2	458,4
Septembre	1,735	- 5,8	- 12,9	230,1	87,4	317,5	330,4
Octobre . .	1,677	- 0,8	- 1,7	103,4	94,8	198,2	199,9
Novembre	1,669	- 7,8	- 17,4	63,1	79,0	142,1	159,5
Décembre	1,591	- 12,7	- 27,4	45,8	50,0	95,8	123,2
Moyennes	1,500	- 3,6	- 0,7	158,8	88,4	247,2	248,0

Nota. — Les chiffres de la colonne 2 ont été obtenus en prenant la moyenne de dix hauteurs limnimétriques, relevées le premier de chaque mois de la période décennale (voir tableau II).

Les chiffres de la colonne 3 indiquent, en corrélation avec la colonne 2, la crue ou la baisse du lac, du 1^{er} jour d'un mois au 1^{er} du mois suivant.

La période décennale comprend deux années anormales : celle de 1894, basses-eaux exceptionnelles (débit moyen de 182,5 m³ par seconde) et celle de 1897, hautes-eaux exceptionnelles (débit moyen de 328,4 m³).

(1) *Annales des Ponts et Chaussées*. Paris 1890, quatrième trimestre : *Le régime du Rhône alpestre, observé au pont de Collonges près St-Maurice*. Note par A. van Muyden.

Je me bornerai à présenter à ce sujet quelques remarques sommaires :

I. Effets de la retenue. La tranche d'eau de 0,60 m, correspondant aux limites de retenue conventionnelles, représenterait un volume accumulé de 0,60 m × 578.000.000 de mètres carrés, soit 346.800.000 mètres cubes.

L'année moyenne décennale a accumulé dans le lac un volume d'eau d'environ 325.365.000 m³ pendant les mois d'avril, mai, juin et juillet, et le réservoir a rendu à l'émissaire, pendant les mois de janvier, février, mars, septembre, octobre, novembre et décembre, un volume supérieur à ce chiffre, soit environ 344.365.000 mètres cubes ; la différence, soit 21 millions de mètres cubes, représente un débit de 0,7 m³ par seconde en moyenne. L'excédent de débit s'explique par l'écart des cotes absolues du niveau du lac au début et à l'expiration de la période décennale. Rapportée au zéro limnimétrique du Léman (Z. L.), la nappe d'eau cotait 1,481 m le 1^{er} janvier 1890 ; et, dix ans plus tard, jour pour jour, soit le 1^{er} janvier 1900, elle cotait 1,118 m ; l'écart final décennal de niveau est donc de 36,3 cm, correspondant à une baisse moyenne annuelle de 3,6 cm.

II. Niveau moyen du lac. La publication intitulée : *Les repères du nivellement de précision de la Suisse*, émanant du Bureau topographique fédéral (9^m édition), fixe à 376,860 m l'altitude fondamentale du repère (R. P. N.) scellé sur la *Pierre du Niton*. Or, le zéro limnimétrique du Léman étant en contre-bas de trois mètres de ce point, il résulte des cotes portées à la deuxième colonne du tableau III que l'altitude moyenne décennale du lac est de :

$$373,86 \text{ m} + 1,50 \text{ soit } 375,36 \text{ m.}$$

D'autre part, l'altitude qui correspondrait à la valeur moyenne entre les cotes limites conventionnelles serait :

$$Z. L. + \left(\frac{1,70 \text{ m} + 1,10 \text{ m}}{2} \right) \text{ soit } Z. L. + 1,40 \text{ m}$$

soit 375,26 m.

D'après M. F.-A. Forel (*Le Léman*, tome I, page 539), la moyenne du niveau du lac était :

$$\begin{aligned} &\text{de } 1818 \text{ à } 1840 : Z. L. + 1,16. \\ &\text{de } 1841 \text{ à } 1883 : Z. L. + 1,47. \end{aligned}$$

III. Débits de l'émissaire (par seconde) :

- a) Moyenne décennale générale 248,0 m³
- b) Moyennes annuel^{les} extrêmes { maximale (1897) 328,4 m³
 } minimale (1894) 182,5 »
- c) Moyennes mensuelles générales :
 en hautes-eaux { Juillet 493,6 m³
 } Août 458,4 »
 à l'étiage { Décembre 123,2 »
 } Janvier 124,9 »
 } Février 129,1 »

- d) Moyennes mensuelles extrêmes :
 Juillet 1897 . . . 652,5 m³
 Janvier 1893 . . . 72,3 »

Voici quelques points de comparaison empruntés à la période qui a précédé les travaux de correction :

1^o MM. *Pestalozzi et Legler*, qui ont fait une étude approfondie des débits de l'année 1874, ont constaté entre autres ce qui suit (1) :

- Moyennes mensuelles mini-
males et maximales de { Avril 64,4 m³
 } Juillet 443,0 »
l'année 1874. { Août 484,0 »

Au mois de mars et d'avril le débit a accusé un minimum de 50 m³ ; au mois de juillet un maximum de 585,5 m³ et au mois d'août un maximum de 522,5 m³.

2^o Deux jaugeages opérés par M. Chaix au mois de septem-

(1) Rapport sur les conditions d'écoulement du Rhône à Genève, du 20 avril 1875 (page 25 et tableaux des pages 60, 66 et 67).

bre 1852 et le 4 mars 1858, ont accusé, le premier 532 m³ et le second 40 m³.

Un jaugeage opéré par M. Legler, le 18 juillet 1877 a accusé un débit de 641 m³ et un jaugeage de MM. Guiguer, Amiguet et Grange, du 23 juillet 1883, un débit de 646 m³ (voir F.-A. Forel, *Le Léman*, tome 1, page 432).

3° Enfin diverses évaluations, les unes purement théoriques, les autres basées sur des jaugeages, rappelées pour mémoire par M. F.-A. Forel (même ouvrage, même page):

Vallée, en 1859, estimait que le débit du Rhône à Genève variait entre 70 m³ aux basses eaux et 575 m³ aux hautes eaux.

Lauterbourg, en 1876, évaluait l'étiage absolu à 14,1 m³, les basses eaux moyennes à 82,5 m³, les eaux moyennes à 270 m³, les hautes eaux moyennes à 418 m³ et le maximum extrême à 656 m³.

L'ingénieur cantonal de Genève évaluait les basses eaux à 80 m³, les eaux moyennes à 270 m³ et les hautes eaux à 600 m³.

IV. Bassin hydrographique et module alimentaire.

En 1875, MM. Pestalozzi et Legler, dans leur mémoire précitée (page 41) ont admis les chiffres suivants, sans d'ailleurs en garantir l'exactitude absolue:

Superficie du lac	578 km ²
Bassin du Rhône, en amont de son débouché au lac.	5383 km ²
Bassin des affluents intermédiaires du lac	2034 »
	7417 »
Superficie totale du bassin de réception.	7995 km ²

La section hydrométrique de l'Inspectorat fédéral des Travaux publics, qui a entrepris de laborieuses études sur le régime des eaux en Suisse (1) a rectifié le 2^{me} de ces chiffres et adopté, en dernier lieu, la valeur de 5220 kil² pour la superficie du bassin du Rhône en amont du lac, ce qui ramène à environ 7254 kil² la superficie versante de terre ferme et à 7832 kil² la superficie totale, lac compris, du bassin au-dessus de Genève. (2)

La portée moyenne de l'émissaire du lac, comparée à l'étendue totale du bassin de réception, correspond à un module alimentaire de 31 litres par kilomètre carré et par seconde.

Si l'on considère, d'autre part, la chute annuelle moyenne d'eau météorique tombée sur l'étendue du bassin — que M. Billwiller, le chef du bureau météorologique central suisse, évalue approximativement à 1^m05 — on voit que cette chute représente un produit moyen de 33,3 litres par kilomètre carré et par seconde.

La déperdition apparente ne serait donc que de 7 %; or, l'évaporation absorbe évidemment un volume d'eau bien supérieur. L'apport d'eau supplémentaire est dû, comme on le sait, au produit de la condensation des vapeurs aqueuses de l'air sur les glaciers et les neiges. Les belles recherches de MM. Ch. Dufour et F.-A. Forel, à ce sujet, sont bien connues des naturalistes.

V. Comparaisons des deux groupes d'affluents.

Pendant sept mois de l'année moyenne (janvier, février, mars, avril, mai, novembre et décembre), l'apport de l'affluent principal du lac est inférieur aux apports réunis des affluents secondaires; et cependant le tribut annuel du Rhône est environ le double du tribut annuel des autres affluents. Cette particularité s'explique par les considérations exposées plus haut. Les chiffres

(1) Voir l'ouvrage intitulé: *Régime des Eaux en Suisse. Bassin du Rhône depuis ses sources jusqu'au lac Léman*, 1^{re} et 2^{me} parties, 1898. Surfaces des bassins de réception et Limnimétrie.

(2) A propos d'une publication récente intitulée: *L'adduction des Eaux françaises du Lac Léman à Paris et dans la banlieue*, par P. Dumillard et E. Badois (Paris, 1900), il n'est pas sans intérêt de rappeler ici que la superficie de terre ferme du territoire français déversant ses eaux au Léman, est de 980 km² environ: dont 41 km² tributaires du Rhône supérieur (Eau Noire et Eau de Bérard, affluents du Trient), 860 km² et 79 km² formant les versants lacustres de la Savoie et du Pays de Gex. Les auteurs de cet ouvrage exagèrent donc lorsqu'ils écrivent (page 66): « *La France possède le quart du sol versant ses eaux dans le Rhône au-dessus de Genève, plus une partie importante du lac* ». En réalité, l'étendue du bassin de terre ferme, de 7254 km², se répartit entre les territoires suisse et français dans la proportion de 86,5 % et 13,5 %.

des colonnes 5 et 6 du tableau III font ressortir les traits caractéristiques des deux régimes.

* * *

En résumé, les résultats acquis justifient les subventions allouées à l'entreprise genevoise de la correction du Rhône par les Etats de Vaud et du Valais et par la Confédération. L'œuvre de la régularisation a été, en outre, profitable à la France.

L'abaissement des hautes eaux répond aux besoins des rivières du versant suisse et de la côte de la Savoie.

Le relèvement des basses eaux a amélioré les conditions de navigabilité du lac.

L'augmentation considérable du débit de l'émissaire à l'époque des basses eaux a doté la ville de Genève d'une superbe force motrice et assuré à la batellerie du Rhône, en aval de Genève, un meilleur tirant d'eau.

Enfin, en cas d'inondations désastreuses à Lyon, dues à de grands écoulements accidentels de l'Arve et de la Saône, il serait possible, si le niveau du lac s'y prête, de retenir en amont, pendant quelques jours, une partie importante du produit des affluents supérieurs.

L'Intégraphe Abdank Abakanowicz

par HENRY LOSSIER, INGÉNIEUR CIVIL

(Suite, voir N° 10 du 20 novembre 1900)

Moments et centres de gravité

Soit à déterminer le moment statique de l'aire $ABCm'$ par rapport à l'axe donné KK' (fig. 6).

Considérons un élément quelconque $y dx$, à la distance x de l'axe KK' . Le moment statique de cet élément par rapport à KK' sera égal à $x y dx$ et le moment de la surface totale

$$M = \int_{x=0}^{x=AB} x y dx$$

Si l'équation de la courbe $A m' C$ est donnée sous la forme $y = f(x)$, on trouve le moment cherché en effectuant l'intégration indiquée.

Appliquons l'intégraphe au même problème:

Traçons la courbe intégrale II' et désignons par y_1 une ordonnée quelconque de cette courbe. Nous savons que l'ordonnée $D I'$ représente l'aire de la courbe donnée, dont nous voulons déterminer le moment.

Nous avons donc

$$y_1 = \int y dx$$

d'où, en différenciant

$$d y_1 = y dx$$

Un élément du moment statique étant égal à $x y dx$, soit $x d y_1$, est représenté par l'élément horizontal indiqué sur la figure.

La somme de ces éléments horizontaux est égale à l'aire $ID I'$ qui représente le moment statique de l'aire $ABCm'$ par rapport à l'axe KK' .